

# ARUS HUBUNG SINGKAT DIAMANKAN OLEH PENGARUH KECEPATAN PMT

Wahyudin SN<sup>1</sup>, Tasdik Darmana<sup>2</sup>, Wahyu Yuliansyah<sup>3</sup>,

Teknik Elektro, STT-PLN

<sup>1</sup>wahyudi.sn@sttpln.ac.id

<sup>2</sup>tdarmana@gmail.com

<sup>3</sup>wahyu.yuliansyah@sttpln.ac.id

**Abstract :** *The short circuit is one of the interference in electric power system that is temporary, this should be overcome by protection equipment protection system. A short circuit is an abnormal relationship to a relatively low impedance occurring between two points having different potentials. The low voltage generated by the disturbance results in endangering the service provided by the electrical system. If the voltage remains low for a few seconds, the machines belonging to the consumer will stop and the generators on the system become unstable. The power cut (PMT) should work as quickly as possible. If the overflow relay (OCR) and ground disturbance relay (GFR) coordinate well and quickly provide interference signals the power breaker (PMT) then the damage could be avoided especially where the short-circuited sparks occur.*

**Keywords:** PMT, short circuit

**Abstrak :** *Hubung singkat sebagai salah satu gangguan dalam sistem tenaga listrik yang mempunyai karakteristik sementara, hal ini harus dapat diatasi oleh peralatan pengamanan sistem proteksi tersebut. Hubung singkat merupakan suatu hubungan abnormal pada impedansi yang relative rendah terjadi antara dua titik yang mempunyai potensial berbeda. Tegangan rendah yang dihasilkan oleh gangguan berakibat membahayakan pelayanan yang diberikan oleh sistem tenaga listrik. jika tegangan tetap rendah untuk beberapa detik, mesin-mesin milik konsumen akan berhenti dan generator-generator pada sistem menjadi tidak stabil. Pemutus tenaga (PMT) harus bekerja secepat mungkin. Bila relay arus lebih (OCR) dan relay gangguan tanah (GFR) berkoordinasi dengan baik dan cepat memberikan sinyal gangguan kepada pemutus tenaga (PMT) maka dapat dihindari kerusakan-kerusakan terutama di tempat bunga api hubung singkat itu terjadi.*

**Kata Kunci :** PMT, hubungan singkat

## 1. PENDAHULUAN

Sistem Distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik. Sistem distribusi ini berguna untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya listrik besar (*Bulk Power Source*) sampai ke konsumen.. Setelah tenaga listrik dibangkitkan oleh suatu pusat pembangkit listrik, selanjutnya tenaga listrik disalurkan (ditransmisikan) melalui jaringan transmisi.

Dari jaringan transmisi selanjutnya didistribusikan kepada para konsumen tenaga listrik melalui jaringan distribusi tenaga listrik. Jadi fungsi distribusi tenaga listrik adalah; pembagian atau penyaluran

tenaga listrik ke beberapa tempat (pelanggan).

Dalam operasi sistem tenaga listrik sering terjadi gangguan-gangguan yang dapat mengakibatkan terganggunya penyaluran tenaga listrik ke konsumen. sistem distribusi adalah salah satu komponen sistem tenaga listrik yang sering mengalami gangguan. Hal ini diakibatkan karena letaknya yang berada di alam bebas. Penyebab gangguan ini misalnya petir, bencana alam, atau rusaknya isolator. Dari bermacam gangguan pada saluran distribusi yang sering terjadi adalah gangguan hubung singkat.

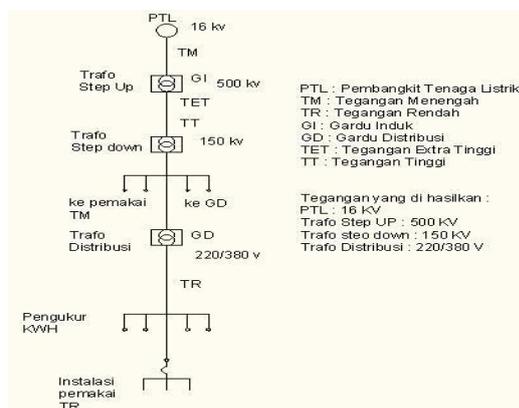
## 2. LANDASAN TEORI

Komponen-komponen utama dalam suatu sistem tenaga listrik adalah pembangkit tenaga listrik, sistem transmisi, sistem distribusi. Energi listrik umumnya dibangkitkan oleh pusat pembangkit tenaga listrik yang jauh dari perkotaan dimana para pelanggan umumnya berada kemudian di transmisikan menuju sistem distribusi melalui sistem transmisi. sistem distribusi adalah salah satu komponen sistem tenaga listrik yang sering mengalami gangguan karena letaknya yang berada di alam bebas.

### 2.1 Proses Pendistribusian Energi Listrik

Pada pembangkit tegangan yang dikeluarkan oleh generator umumnya bekisar antara 6-20 KV kemudian dinaikan tegangannya melalui Trafo *Step-up* di GITET hingga tegangannya menjadi 500 KV, kemudian disalurkan melalui SUTET untuk menuju ke konsumen pemakai tegangan tinggi, sebelum kekonsumen pemakai tegangan tinggi tegangan terlebih dahulu diturunkan dari tegangan ekstra tinggi (TET) menjadi tegangan tinggi (TT) yaitu sekitar 150 KV, tegangan tersebut diturunkan melalui Trafo *step-down* yang berada di Gardu Induk (GI).

Setelah itu listrik dialirkan melalui SUTT menuju ke konsumen pemakai Tegangan Menengah, sebelum kekonsumen pemakai (TM), tegangan diturunkan kembali oleh Gardu Induk melalui Trafo *step-down*, dari tegangan tinggi (TT) menjadi tegangan menengah (TM) yaitu 20 KV.



Gambar 1. Proses penyaluran energi listrik

### 2.2 Gangguan Sistem Distribusi

Dalam operasi sistem tenaga listrik sering terjadi gangguan-gangguan yang dapat mengakibatkan terganggunya penyaluran tenaga listrik ke konsumen. sistem distribusi adalah salah satu komponen sistem tenaga listrik yang sering mengalami gangguan. Hal ini diakibatkan karena letaknya yang berada di alam bebas. Penyebab gangguan ini misalnya petir, bencana alam, atau rusaknya isolator. Dari bermacam gangguan pada saluran distribusi yang sering terjadi adalah gangguan hubung singkat.

Gangguan Hubung singkat pada sistem tenaga listrik dapat terjadi antar fase atau fase ke tanah. Timbulnya gangguan dapat bersifat sementara atau permanen. Pada gangguan yang bersifat sementara, gangguan tersebut akan hilang dengan sendirinya atau memutus sesaat bagian yang terganggu dari sumber tegangannya kemudian disusul dengan penutupan kembali peralatan hubung dan sistem tenaga listrik akan bekerja normal kembali. Contoh gangguan sementara: timbul flash over antar penghantar dan tiang karena kegagalan isolator, sambaran petir dan lain sebagainya.

### 2.3 Pengertian Sistem Proteksi

Sistem proteksi penyulang tegangan menengah ialah pengamanan yang terdapat pada sel-sel tegangan menengah gardu induk dan pengamanan yang terdapat pada jaringan tegangan menengah. Penyulang tegangan menengah ialah penyulang tenaga listrik yang berfungsi untuk mendistribusikan tenaga listrik tegangan menengah (6 kV – 20 kV), yang terdiri dari:

- Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM)
- Saluran Kabel Tegangan Menengah (SKTM)

### 2.4 Persyaratan sistem Proteksi

Adapun persyaratan pada sistem proteksi agar keandalan sistem tenaga listrik tetap terjaga adalah :

#### 1. Kepekaan (*Sensitivity*)

Pada prinsipnya relay harus cukup peka sehingga dapat mendeteksi

gangguan dikawasan pengamanannya, termasuk kawasan pengaman kawasan jauhnya, meskipun dalam kondisi yang memberikan deviasi yang minimum.

2. Keandalan (*Realibility*)

Dalam persyaratan sitem proteksi untuk keandalan terdapat 3 aspek yang perlu diperhatikan yaitu:

2.1 *Dependability*

Yaitu tingkat kepastian bekerjanya (keandalan kemampuan bekerjanya).

2.2 *Security*

Yaitu tingkat kepastian untuk tidak salah kerja (keandalan untuk tidak salah kerja).

2.3 *Availability*

Yaitu perbandingan antara waktu dimana pengamanan dalam keadaan berfungsi/siap kerja dan wktu total dalam operasinya.

3. Selektifitas (*Selectivity*)

Pengamanan harus dapat memisahkan bagian sistem yang terganggu sekecil mungkin yaitu hanya seksi atau peralatan yang terganggu saja yang termasuk dalam kawasan utamanya.

4. Kecepatan (*Speed*)

Untuk memperkecil kerugian/kerusakan akibat gangguan, maka bagian yang terganggu harus dipisahkan secepat mungkin dari bagian sistem lainnya.

Membatasi *ionisasi* (busur api) pada gangguan disaluran udara yang akan berarti memperbesar kemungkinan berhasil penutupan balik pada PMT (*reclosing*) dan mempersingkat dead time (interval waktu antara buka dan tutup).

**3. METODE PENELITIAN**

*Circuit Breaker* atau Sakelar Pemutus Tenaga (PMT) adalah suatu peralatan pemutus rangkaian listrik pada suatu sistem tenaga listrik, yang mampu untuk membuka dan menutup rangkaian listrik pada semua kondisi, termasuk arus hubung singkat, sesuai dengan ratingnya. Juga pada kondisi tegangan yang normal ataupun tidak normal.

Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh suatu PMT agar dapat melakukan hal-hal diatas, adalah sebagai berikut:

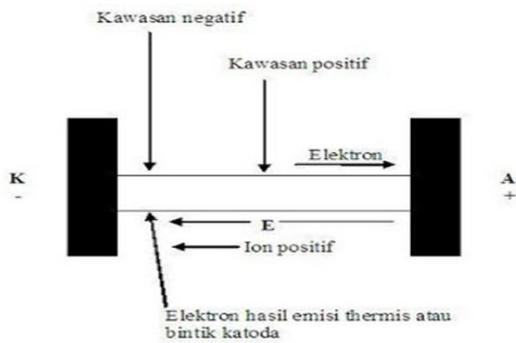
1. Mampu menyalurkan arus maksimum sistem secara terus-menerus.
2. Mampu memutuskan dan menutup jaringan dalam keadaan berbeban maupun terhubungsingkat tanpa menimbulkan kerusakan pada pemutus tenaga itu sendiri.
3. Dapat memutuskan arus hubung singkat dengan kecepatan tinggi agar arus hubung singkat tidak sampai merusak peralatan sistem, membuat sistem kehilangan kestabilan, dan merusak pemutus tenaga itu sendiri.
4. Saat kontak PMT terbuka, celah antara konduktor harus tahan terhadap tegangan sistem.
5. PMT harus mampu menghantarkan arus hubung singkat dalam beberapa waktu sampai gangguan dihilangkan oleh PMT lainnya yang berada lebih dekat dengan titik gangguan.
6. PMT harus mampu bertahan dari efek arching saat kontak membuka karena besarnya arus hubung singkat.

**Tabel Data 1 Pemutus Tenaga**

Lokasi	Merk/Type Relai	Media	Ratio CT	I <sub>max</sub>
Incoming 20 Kv	Goldstar	Vacum	2000/5	2000
P. Jangka	ABB	SF6	300/5	300
P. Pensil	Fuji	Vacum	300/5	300
P. Bima	ABB	SF6	300/5	300
P. Arjuna	ABB	SF6	300/5	300
P. Oplet	ABB	SF6	300/5	300
P. Tractor	Goldstar	Vacum	300/5	300

**3.1 Proses Terjadinya Busur Api Pada PMT**

Pada waktu pemutusan atau penghubungan suatu rangkaian sistem tenaga listrik maka pada PMT akan terjadi busur api, hal tersebut terjadi karena pada saat kontak PMT dipisahkan, beda potensial diantara kontak akan menimbulkan medan elektrik diantara kontak tersebut, seperti ditunjukkan pada gambar 2.



**Gambar 2** Pembentukan Busur Api

Arus yang sebelumnya mengalir pada kontak akan memanaskan kontak dan menghasilkan emisi thermis pada permukaan kontak. Sedangkan medan elektrik menimbulkan emisi medan tinggi pada kontak katoda (K). Kedua emisi ini menghasilkan elektron bebas yang sangat banyak dan bergerak menuju kontak anoda (A). Elektron-elektron ini membentur molekul netral media isolasi dikawasan positif, benturan-benturan ini akan menimbulkan proses ionisasi. Dengan demikian, jumlah elektron bebas yang menuju anoda akan semakin bertambah dan muncul ion positif hasil ionisasi yang bergerak menuju katoda, perpindahan elektron bebas ke anoda menimbulkan arus dan memanaskan kontak anoda.

### 3.2 Pengertian Relay

Relai adalah suatu alat yang bekerja secara otomatis untuk mengatur /memasukan suatu rangkaian listrik (rangkain trip atau alarm) akibat adanya perubahan lain.

Terdapat 2 jenis relai pada sistem proteksi distribusi tegangan menengah, yaitu:

1. Relai arus lebih (*Over Current Relay*)
2. Relai gangguan hubung tanah (*Ground Fault Relay/GFR*)

### 3.4 Relay arus lebih (*Over Current Relay/OCR*)

Relay arus lebih adalah relay yang bekerja terhadap arus lebih, ia akan bekerja bila arus yang mengalir melebihi nilai settingnya ( $I_{set}$ ). Prinsip kerja OCR pada dasarnya adalah suatu alat yang mendeteksi besaran arus yang melalui suatu jaringan dengan bantuan trafo arus.

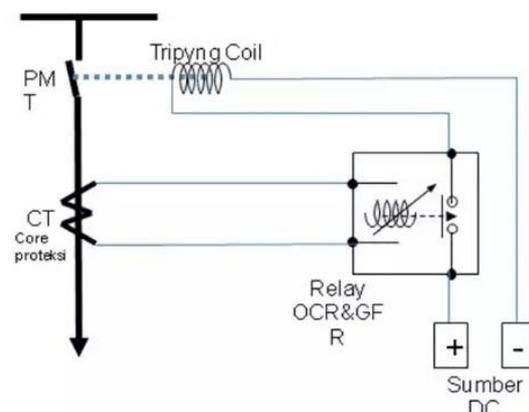
Harga atau besaran yang boleh melewatinya disebut dengan *setting*.

**Tabel 2** Relai arus lebih (OCR)

Lokasi	Merk/Type Relai	Ratio CT	Inom	Tms	Karakteristik
P. Jangka	MCGG52	300/5	5	0.15	Normal Inverse
P. Pensil	MCGG52	300/5	5	0.15	Normal Inverse
P. Bima	MCGG52	300/5	5	0.15	Normal Inverse
P. Arjuna	MCGG52	300/5	5	0.15	Normal Inverse
P. Oplet	MCGG52	300/5	5	0.15	Normal Inverse
P. Tractor	MCGG52	300/5	5	0.15	Normal Inverse

### 3.5 Prinsip Kerja OCR

Prinsip kerja relai OCR adalah berdasarkan adanya arus lebih yang dirasakan relai, baik disebabkan adanya gangguan hubung singkat atau overload (beban lebih) untuk kemudian memberikan perintah trip ke PMT sesuai dengan karakteristik waktunya.



**Gambar 3.** Rangkaian Pengawatan Relay Arus Lebih (OCR)

### 3.6 Perhitungan Arus Hubung Singkat

Jenis-jenis gangguan yang terjadi pada sistem distribusi tenaga listrik adalah:

1. Gangguan hubung singkat tiga fasa.
2. Gangguan hubung singkat dua fasa.
3. Gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah.

Yang membedakan antara gangguan hubung singkat tiga fasa, dua fasa, dan satu fasa ketanah ialah impedansi yang terbentuk sesuai dengan macam gangguan itu sendiri, dan tegangan yang memasok arus ke titik gangguan.

Perhitungan arus gangguan hubung singkat adalah analisa suatu sistem



**Tabel 3** Hasil Perhitungan Arus Gangguan Hubung Singkat

Panjang Penyulang (%)	Jarak (KM)	Arus Hubung Singkat (A)		
		3 Fasa	2 Fasa	1 Fasa ke tanah
0	0	12433.5092	10767.7398	965.6573
25	2.5	11398.4689	9871.3682	915.3845
50	5	8733.0925	7563.0835	898.7976
75	7.5	7450.2278	6452.0896	882.6662
100	10	6457.7236	5592.5553	867.1461



**Gambar 5** Kurva Arus Gangguan Hubung Singkat

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan dan perhitungan, dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut :

1. Dari hasil perhitungan dapat dilihat bahwa besarnya arus gangguan hubung singkat dipengaruhi oleh jarak titik gangguan, semakin jauh jarak titik gangguan maka semakin kecil arus gangguan hubung singkatnya dan begitu pula sebaliknya.
2. Semua peralatan memiliki kemampuan arus hubung singkat untuk 1 detik ( $I_{hs1}$ ), misalkan  $\frac{1}{2}$  (s) di dapat arus hubung singkat yang besar.

$$\frac{I_{hs1}}{I_{hs \frac{1}{2}}} = I_{hs1} \times \frac{\sqrt{1}}{\sqrt{\frac{1}{2}}}$$

3. Waktu Kerja Relay di Penyulang lebih cepat dibandingkan dengan waktu kerja relay di *incoming* dengan selisih waktu (*grading time*) rata-rata sebesar 0.4.

## 6. REFERENSI

1. Pandjaitan, Bonar, "*Praktik – Praktik Proteksi Sistem Tenaga Listrik*", Andi Yogyakarta, 2012.
2. Gonen, Turan, "*Electrical Power Distribution System Engineering*", New York : McGraw-Hill Book Company, 1986.
3. Basri, Hasan, Ir., "*Sistem Distribusi Daya Listrik*", diterbitkan oleh ISTN, Jakarta, 1997.
4. Ir. Djiteng Marsudi, "*Operasi Sistem Tenaga Listrik*", Balai Penerbit Humas ISTN Bhumi Srengseng Indah, 8 Juni 1990.
5. Kadir, Abdul, Ir., "*Transmisi Tenaga Listrik*", penerbit Universitas Indonesia, 1998.